

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

**Diseño HTML de formularios de ayuda
sensibles al contexto en una aplicación de
cálculo de coberturas radioeléctricas
(HTML design of forms help sensitive to
context in a Coverage calculation application
radioelectric)**

Para acceder al Título de

***Graduado en
Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación***

Autor: Ángel Sáenz Gavilán

30 Jul -2019

GRADUADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN

CALIFICACIÓN DEL TRABAJO FIN DE GRADO

Realizado por: Ángel Sáenz Gavilán

Director del TFG: Luis Valle López

Título: “Diseño HTML de formularios de ayuda sensibles al contexto en una aplicación de cálculo de coberturas radioeléctricas”

Title: “HTML design of forms help sensitive to context in a Coverage calculation application radioelectric”

Presentado a examen el día:

para acceder al Título de

GRADUADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN

Composición del Tribunal:

Presidente (Apellidos, Nombre):

Secretario (Apellidos, Nombre):

Vocal (Apellidos, Nombre):

Este Tribunal ha resuelto otorgar la calificación de:

Fdo.: El Presidente

Fdo.: El Secretario

Fdo.: El Vocal

Fdo.: El Director del TFG
(sólo si es distinto del secretario)

Vº Bº del Subdirector

Trabajo Fin de Grado N°
(a asignar por Secretaría)

ÍNDICE

Introducción	5
Capítulo 1 : Lenguaje HTML	7
1.1. Introducción	7
1.2. Pequeña reseña histórica	10
1.3. Estructura básica de una página web con HTML	11
1.4. Etiquetas básicas	14
1.5. Etiquetas de organización de texto y marcado	15
1.6. Inserción de enlaces e imágenes	22
1.7. Estilos CSS dentro de HTML	27
Capítulo 2 : Programa CINDOOR	32
2.1. Introducción a CINDOOR	32
2.2. Mecanismos de acoplamiento en el trazado de rayos	34
2.3. Modelos de antena	35
2.4. Caracterización del canal de radio	38
2.5. Características de banda estrecha. Cobertura	39
2.5. Características de banda estrecha. Estadísticas de desvanecimiento	40
2.7. Caracterización banda ancha	41
Capítulo 3 : Estructura de la página web	44
3.1. Diseño de la página y esqueleto principal	44
3.2. Formas de acceso al menú de ayuda	58
Conclusiones y líneas futuras	61
Bibliografía	62

Resumen

En este documento se presenta el proceso de diseño de un manual de ayuda mediante lenguaje HTML para una aplicación de cálculo de coberturas radioeléctricas. El objetivo del proyecto es documentar todas las opciones, herramientas y utilidades que ofrece el programa CINDOOR, y prestar ayuda de forma teórica y/o práctica al usuario que vaya a hacer uso de él. El lenguaje HTML es básico en la creación de páginas web, con lo que se diseña de forma sencilla este manual, organizándolo en diferentes apartados dependiendo la información que se requiera, para finalmente dar accesibilidad desde el propio programa a la sección donde se encuentra la ayuda específica.

Abstract

This document presents the process of designing a help manual using HTML language for an application to calculate radio coverage. The objective of the project is to document all the options, tools and utilities offered by the CINDOOR program, and to provide theoretically and / or practical help to the user who will use it. The HTML language is basic in the creation of web pages, with which a manual is designed in a simple way, organizing it in different sections depending on the information that is required, to finally give access from the program itself to the section where the specific help.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como propósito la creación de un manual de ayuda para el programa de radiopropagación CINDOOR.

El objetivo era que el usuario que vaya a hacer uso de esta herramienta tenga presente en todo momento y para cada opción que se ofrece dentro del programa, una pequeña ayuda, tanto teórica como práctica, para poder resolverla, ya que la que existía actualmente estaba obsoleta y encontramos problemas a la hora de compatibilizarlo y enlazarlo al propio programa.

El proyecto se dividió en varias partes, según el orden de utilización dentro del diseño. Se decidió crear una página WEB mediante lenguaje HTML, con lo que el primer paso es conocer las pautas básicas del mismo para poder crear la página. No es objetivo principal del proyecto entrar en profundidad en este lenguaje, sino crear algo sencillo y , sobre todo, que no quede obsoleto de nuevo en un futuro.

Para ello, en el Capítulo 1 de este documento, se explica la estructura básica de una página web diseñada mediante lenguaje HTML, etiquetas e instrucciones básicas para su creación, visualización, formato... junto con una breve reseña histórica donde se puede conocer las fases, desde su creación hasta la actualidad, por la que ha pasado el lenguaje.

Se hace hincapié en conocer bien la estructura y ordenación del texto, ya que es bastante importante a la hora de visualizar cualquier página por un usuario.

CSS, sobre una página en HTML, aplica un conjunto de propiedades con valores determinados en la presentación visual del documento HTML. Se puede conocer por encima la parte de código CSS que se añadió y que aportó a la página.

Una vez conocido el cómo se va a diseñar la página, se presenta un segundo capítulo donde se detalla la parte teórica que utiliza CINDOOR en todas sus simulaciones. Antes de poder estructurar la página y presentar todo lo que puede ofrecer, es conveniente ver una pequeña parte teórica previa.

Conociendo esta parte, se pueden conseguir posteriormente simulaciones mas eficientes dependiendo de lo que el usuario quiera obtener.

Conociendo cómo crear la página y la parte teórica del programa para la que se va a diseñar, se creó, en lenguaje HTML, toda la página web, aplicando el conocimiento presentado en los dos primeros capítulos.

Para ello, se indagó en cada una de las opciones que ofrece el programa, realizando todo tipo de simulaciones y explicando, de forma muy detallada, cada pestaña o botón que CINDOOR ofrece en sus menús. El visitante de la página puede encontrar desde el formato de los archivos de entrada y/o salida, cargar y guardar resultados, tipos de simulaciones que se pueden realizar, hasta una sección con ejemplos reales de utilización del programa, paso a paso, para tener una noción de cada tipo de simulación y lo que se puede conseguir con cada una, así como saber interpretar los resultados.

Por último, una sección que muestra los errores más comunes y su explicación, para que pueda ser consultada en caso de obtener un error durante el proceso de simulación.

Con toda la página creada, el siguiente paso era documentar toda la ayuda diseñada, sección a sección, para todo el contenido de la página web. Para ello, en el capítulo 3, a diferencia del anterior capítulo donde se recogía toda la teoría, se muestra toda la información para cada apartado de la Web y una explicación de cada una.

Se finaliza el último capítulo explicando las formas de acceso a esta ayuda por parte de un usuario cualquiera, ya sea bien abriendo, desde cualquier navegador, la página web y navegando por los menús para encontrar la información deseada, o bien desde el propio programa, donde se planteó introducir un botón con el descriptivo *“Learn More”* que, pinchando sobre él, llevara al usuario al apartado específico donde puedes encontrar todo lo relacionado con la parte del programa donde se encuentre.

CAPÍTULO 1

Lenguaje HTML

Se decide realizar un manual de ayuda para un programa de radiofrecuencia mediante la utilización del lenguaje HTML, de la forma más sencilla posible para evitar que quede obsoleto con el tiempo.

La página web propuesta es la unión de varios archivos HTML, mediante botones o enlaces internos y accesible a todos sus apartados mediante menús hipervinculados. Se va a explicar a continuación las bases del lenguaje HTML, con todas las etiquetas utilizadas de la forma más sencilla.

El objetivo del trabajo no es entrar en profundidad en el diseño de la página web, sino crear una muy simple e intuitiva, y que en un futuro cualquier usuario, con unas mínimas nociones, pueda añadir o modificar cualquier parte de la misma.

También, ha sido necesario conocer un poco acerca del lenguaje CSS aplicado a archivos HTML, mediante trozos de código sencillos para aplicarle ciertos formatos a la página y darla un aspecto más visual. Pero antes de entrar en profundidad sobre cómo aplicar estilos, CSS requiere de un archivo HTML para su uso, con lo que primero es necesario conocer bien como crear una página mediante este lenguaje.

1.1. Introducción

El lenguaje HTML ^[1] se trata de un lenguaje de marcado que se utiliza para el desarrollo de páginas de Internet. Sus siglas corresponden a “*HyperText Markup Language*” (Lenguaje de Marcas de Hipertexto). Todas las páginas web tienen su base en este lenguaje.

Dentro de las numerosas características principales, cabe destacar ^[1]:

- Es un lenguaje basado en etiquetas (“marcas”, “tags”), las cuales se interpretan para conocer la información que se va a introducir entre ellas.
- Los navegadores no muestran dichas etiquetas HTML utilizadas en el diseño de la página, pero las utilizan para representar el contenido de esta.
- Posee una estructura sencilla e intuitiva.
- Lenguaje interpretado: muy “portable”. Fácil de modificar.

Como se ha comentado, todas las webs tienen su base en este lenguaje, el cual es accesible por cualquier usuario que quiera conocerlo con tan solo seleccionar la opción de visualizar el código fuente.

A la hora de crear una página web, basta con un procesador de texto plano (como podría ser un bloc de notas) para crear archivos y, posteriormente, ser visualizados mediante un navegador. Para este proyecto, se ha utilizado el procesador de texto predeterminado de Windows, ya que no añade ningún formato adicional, y así se asegura que siga funcionando a lo largo del tiempo para cualquier navegador.

Este tipo de archivos serán interpretados por el navegador correspondiente siempre que se haya guardado en formato: "sólo texto" y con extensión *“.html”* o *“.htm”*.

En este proyecto en concreto, se ha realizado mediante uno de estos procesadores de texto, utilizando el bloc de notas por defecto de Windows. Existen otros editores más complejos que formatean el texto y colocan su propio código especial al guardar las páginas, corriendo el riesgo de que, en un futuro, quede obsoleto y se inutilice la página web, lo cual no es el propósito que se busca.

El código HTML tiene ciertas limitaciones, en cuanto a estilo o comportamiento. Aún con el propósito de crear algo muy sencillo, se han añadido ciertos estilos muy básicos con CSS para darle una apariencia algo

mejorada, pero si se requiere algo más complejo, es necesario utilizar otros lenguajes de programación (JAVA, por ejemplo).

En la Figura 1 se puede observar que lenguaje es apropiado para cada función que se requiera, en el caso de que el objetivo sea crear una página web mucho más compleja [3]

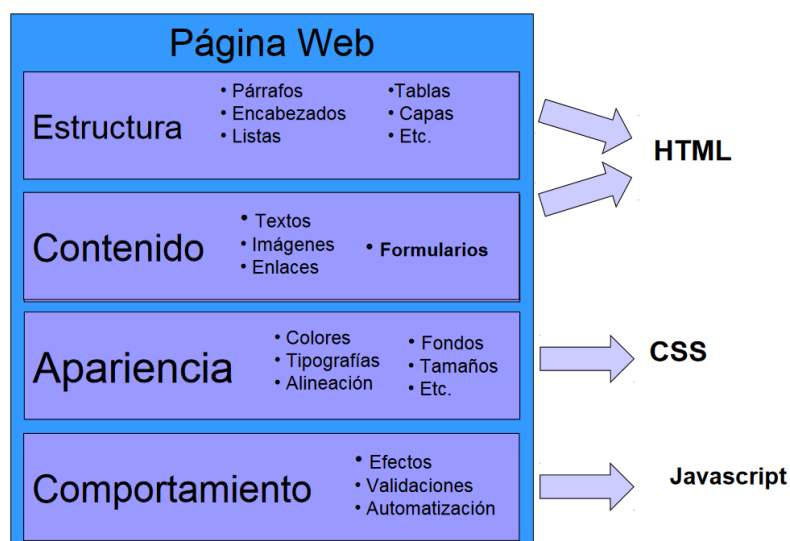


Figura 1. Tipos de lenguaje utilizados según la funcionalidad [3]

El texto escrito se puede diferenciar en dos bloques, por un lado, el contenido de la información y por otro, el conjunto de etiquetas del lenguaje HTML mediante las cuales se pueden aplicar estilos y tipo de letra que tendrá la presentación del documento. En los siguientes apartados se entrará más en detalle sobre esta información.

HTML define el contenido y CSS permite organizarlo y definir la presentación (color, imágenes, fondo, márgenes, tamaños...). Pero CSS necesita de una página HTML para funcionar. Es por esto por lo que es necesario conocer bien el lenguaje HTML y debe ser prioritario su manejo.

La posterior aparición de tecnologías como JavaScript provocaron que las páginas HTML también incluyeran el código de las aplicaciones (scripts) que se utilizan para crear páginas web dinámicas.

1.2. Pequeña reseña histórica

Los primeros pasos de este lenguaje datan de 1991 ^[10], cuando el norteamericano Tim Berners-Lee propuso una breve descripción del código HTML mediante un documento que recogía tan solo veintidós elementos, incluyendo el diseño inicial y relativamente simple de HTML. Surgió por la necesidad que tenía Tim Berners en compartir información entre científicos, en la que él era participe trabajando en la CERN (Centro Europeo de Investigación Nuclear), con lo que decidió crear la primera definición del lenguaje. En la actualidad, aún se conservan algunos de estos elementos y muchos otros se han ido incorporando con el paso de los años.

Para la definición del estándar HTML, el científico *Tim Berners-Lee* se basó en otro lenguaje de marcado SGML (*Standard General Markup Language*), el cual definía reglas de etiquetado y estructuras generales y a partir del cual se han definido otros muchos lenguajes como es el caso de HTML.

Con el tiempo, el lenguaje HTML ha ido creciendo y avanzando, desde su primera versión hasta las posteriores, gracias en gran parte a la colaboración de todos los programadores y usuarios de Internet. Dentro de cada versión se iba avanzando hacia la siguiente añadiendo nuevas funcionalidades. A continuación, se muestran los rasgos principales de las versiones más importantes por las que ha pasado este lenguaje ^[10]:

- **HTML 1 (1991):** Primera versión de este lenguaje, creada por Tim Berners-Lee y formada por 22 etiquetas.
- **HTML 2 (1994):** Primera versión oficial del lenguaje, que no es más que una formalización de las anteriores versiones (HTML1).
- **HTML3 (1996):** Añade posibilidades como tablas, posicionamiento de texto alrededor de imágenes y otras opciones.
- **HTML 4 ^[9]** Versión más común utilizada actualmente. Aparece en 1998 en la que añade, entre otras cosas, el uso de marcos para

dividir una página web en varias partes y es la primera versión que permite añadir hojas de estilo con CSS.

- **HTML 5:** Añade numerosos elementos que permiten una mejor estructuración de la página, así como añade otras etiquetas que no existían.

El lenguaje HTML ha pasado de versiones más sencillas a otras mucho más complejas y, aunque nunca se ha conseguido lograr un consenso en las discusiones sobre los estándares del lenguaje, sí que en el año 1996 con la llegada de la versión 3.2, se consiguió que fuera una de las más sólidas y completas sobre la que más tarde se desarrollaría el HTML que actualmente se utiliza ^[9].

1.3. Estructura básica de una página web en HTML

Lo primero que se debe saber al tomar contacto con HTML es que todo el contenido que se quiera visualizar debe ir entre fragmentos de texto encerrados en corchetes angulares (< >).

Se debe distinguir entre elementos y atributos para poder conocer el funcionamiento de las etiquetas dentro de HTML.

- Los elementos son las estructuras más básicas que sirven para representar el contenido junto con los atributos. Son los bloques principales dentro del lenguaje.
- Los atributos son especificaciones diferentes que se pueden aplicar como valor, posición, colores... de todos los elementos incorporados en un código. Por lo general consisten en una serie de instrucciones lógicas o numéricas.

Un atributo ^[4] debe tener siempre:

1. Un espacio entre éste y el nombre del elemento (o del atributo previo, si el elemento ya posee uno o más atributos).
2. El nombre del atributo, seguido por un signo de igual (=).
3. Comillas de apertura y de cierre, encerrando el valor del atributo.

La estructura general de un elemento sería la mostrada en la figura 2 [4].

Anatomía de un elemento de HTML

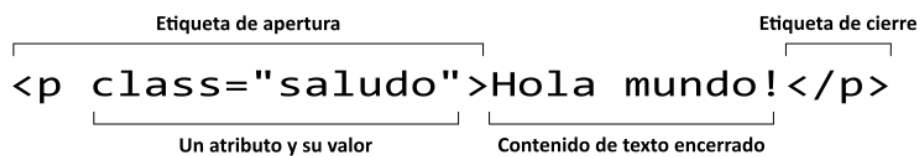


Figura 2. Estructura genera de un elemento en HTML

Este lenguaje se basa en el uso de etiquetas o “*Tags*”, las cuales son invisibles en pantalla una vez abierto el archivo dentro del navegador, pero son totalmente necesarias para que el equipo entienda que o como se debe mostrar la información encerrada entre dichas etiquetas.

Estas etiquetas se pueden distinguir entre dos tipos, aunque no siempre son necesarios ambos [4]

- *Etiquetas de apertura* (`<etiqueta>`) con las que se indica el comienzo.
- *Etiquetas de cierre* (`< /etiqueta>`) donde indica el final de la etiqueta abierta anteriormente de ese mismo tipo.

No siempre es necesario utilizar una etiqueta de cierre ya que hay instrucciones que no precisan de esto, posteriormente se verá cuáles son las que son necesarias y para cuáles no.

Por tanto, una vez visto esto, el formato a seguir en cualquier instrucción por norma general será:

<etiqueta>contenido</etiqueta>

Una utilidad que se puede aprovechar a la hora de organizar esta información dentro del documento es añadir comentarios para esclarecer los datos introducidos, como en cualquier otro lenguaje. Para ello basta con añadir la siguiente línea:

<! Comentario>

A continuación, se muestra la estructura básica de cualquier archivo HTML, y posteriormente se detallará su contenido en detalle^[2].

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    "Información técnica para el navegador"
  </head>

  <body>
    "Contenido de la página web"
  </body>
</html>
```

Es importante tener en cuenta que las etiquetas se abren y cierran en un orden determinado, en dependencia del uso que se quiera dar.

Dentro del documento, como se puede observar en el código de ejemplo anterior, se diferencian dos zonas principales ^[1]

- El encabezamiento o “*Head*”, delimitado por las marcas **<HEAD>** y **</HEAD>**, que sirve para definir algunos valores válidos para todo el documento.
- El cuerpo o “*Body*”, delimitado por las etiquetas **<BODY>** y **</BODY>**, donde reside la información del documento. En el

siguiente punto se entrará en detalle de su uso en el diseño de la página.

Otro elemento muy útil es el `<TITLE>`, contenido siempre dentro del encabezamiento, y el cual permite especificar el título del documento HTML. Este título no forma parte del documento en sí ya que no se debe confundir con el título que aparece en pantalla al abrir la web, sino que sirve como título de la ventana o pestaña del programa que la muestra.

Existen muchos otros elementos que se engloban dentro del encabezamiento, pero para la estructura básica del lenguaje HTML en su nivel básico no son necesarios.

1.4. Etiquetas básicas ^[3]

En este apartado se van a explicar las etiquetas más utilizadas dentro del proyecto e imprescindibles para el diseño de cualquier página web.

- **Etiqueta `<html>`**

Este es el código de la etiqueta principal. Abarca todo el contenido que posee una página. Como se puede comprobar, sí que precisa de una etiqueta de cierre `</html>`, la cual se encuentra al final de código. Simplemente sirve para indicar que se trata de un archivo en lenguaje HTML ^{[4] [2]}.

- **Etiqueta `<head>` para el encabezado**

Proporciona información general sobre la página, pero dicha información no es presentada en pantalla, sino que es información general para el equipo. Por ejemplo, se puede añadir el título de la página, codificación... También precisa de una etiqueta de cierre `</head>` para indicar donde termina el encabezado.

Para añadir el título, bastaría con utilizar la etiqueta `<title>`, como se ha visto anteriormente. ^{[4] [2]}.

- **Etiqueta `<body>` para el cuerpo de la página**

Es la parte principal de la página web y todo su contenido es el que se visualizará al abrir la página web. Contiene la mayoría del código y es donde se utilizan una mayor variedad de etiquetas. Como las anteriores etiquetas, también es necesario su cierre mediante la etiqueta `</body>`.

Además de estas etiquetas que definen la estructura básica de un documento, se debe conocer posibilidad de introducir de atributos dentro ellas. Éstos, como se ha visto en el punto anterior, son etiquetas referentes a opciones, y contienen información adicional dentro de ella ^[4] ^[2].

- **Etiqueta `<Style>` para aplicar estilos con CSS**

Esta etiqueta debe aparecer dentro del encabezado descrito anteriormente, y es el elemento encargado de indicar toda la información de estilo que se quiere añadir a la página. Es un elemento de cabecera y las funciones que se especifiquen (tipos de letras, márgenes...etc.) se aplicaran en todo el cuerpo del documento.

En puntos posteriores se explicará, por encima, como introducir estilos básicos con CSS dentro de la página mediante el uso de esta etiqueta y sus atributos correspondientes ^[2].

1.5. Etiquetas de organización del texto y marcado

Una vez conocida la estructura básica de un documento HTML, se va a entrar en detalle de etiquetas útiles a la hora de organizar la información dentro de la página.

Todas las etiquetas mostradas a continuación deben ir dentro de la sección *Body* (cuerpo) del documento, donde toda la información será visualizada en pantalla.

Se tratan básicamente de etiquetas útiles para escribir párrafos, estructurar la página con títulos, dar importancia a ciertas palabras dentro de un texto u organizar la información contenida en forma de tabla o lista, por ejemplo.

Es muy importante conocer bien como dividir un texto y todas sus funcionalidades para que visualmente se muestre sencillo de comprender, así como establecer niveles de importancia dentro del mismo, ya sea con títulos o resaltando palabras clave ^[2].

- **Párrafos**

Esta etiqueta suele ser la más utilizada dentro de un texto. Permite dividir en párrafos todo el contenido y poder tener una cierta estructura definida, para que el usuario visualizar la información de forma ordenada.

La etiqueta para comenzar/cerrar un párrafo es `<p> </p>`, como, por ejemplo^[4]

`<p> Hola y bienvenidos a mi web </p>`

Se pueden introducir todos los que se requieran siempre dentro del cuerpo del documento. Para establecer una cierta distancia entre párrafos, por ejemplo, si se quiere dejar un espacio más grande entre uno y otro, basta con introducir uno o varios saltos de línea mediante la etiqueta `
`.

Como se explicó anteriormente, es aconsejable acompañar estas etiquetas de atributos que añadan más información y formato.

Acompañando a la etiqueta `<p>` que introduce el párrafo, se pueden añadir atributos que aportan opciones dentro de este. El más utilizado en los párrafos se trata del atributo *ALIGN*, muy útil si se desea alinear el párrafo a izquierda, derecha o centrado.

`<p ALIGN= "opción">`

Dentro de esta opción se puede introducir los valores *“Left, Right or center”*. Ese párrafo en concreto se alineará de la forma que indique el usuario^[4] ^[3].

- Izquierda: ALIGN= “left” (por defecto)
- Derecha: ALIGN= “right”
- Centrado: ALIGN= “center”

Estos mismos atributos valen también para objetos como imágenes, títulos... como se explicará más adelante ^[3].

• **Títulos / Encabezados**

A la hora de organizar la información, es necesario introducir títulos según la importancia del texto al que precede. En HTML, se dividen por nivel de importancia, y es útil para definir el esqueleto de la página web.

HTML tiene 6 niveles de cabeceras numeradas, para ello basta con la utilización de las siguientes seis etiquetas: `<h1>`, `<h2>`, `<h3>`, `<h4>`, `<h5>`, `<h6>`. Normalmente, se utilizan los tres primeros niveles, suficiente para casi cualquier página situación.

Su diferencia se basa en el tamaño, en dependencia al que se utilice. Para títulos importantes se ha utilizado la etiqueta `<h1>`, mientras que, si se trataba de subapartados dentro del mismo texto, se han utilizado las etiquetas `<h2>` y `<h3>`.

Como en el caso de muchas otras etiquetas, también se pueden utilizar atributos para dar un mejor aspecto visual a los títulos (alineamientos, tamaños, formatos de letra...)^[4].

• **Listas** ^[3]

Mediante la utilización de listas, se puede estructurar mejor el documento, aplicable si se van a realizar enumeraciones o desgloses de una información en concreto. Existen tres tipos de listas que se pueden utilizar: Las listas ordenadas, las no ordenadas y las de “glosario”, algo más complejas que las anteriores, pero de gran utilidad.

En cuanto a las listas no ordenadas, basta con el uso de dos etiquetas básicas:

- `/` (*unordered list*): etiqueta para comenzar una lista, que al finalizar debe cerrarse correctamente.
- `/` (*list item*): cada elemento de la lista ira entre estas dos etiquetas, que definen cada elemento.

Puede variarse el estilo de cada lista. Por ejemplo, puede definirse que símbolo se quiere que se utilice para diferenciar cada elemento (un punto, un círculo, un cuadrado...).

En el siguiente ejemplo mostrado, para su diseño, se encerró cada elemento de la lista entre etiquetas ``, previamente habiendo creado una lista con ``, correctamente finalizada al terminar con el último elemento ``.

Como se puede observar, no tienen ningún tipo de orden ni numeración. Si se deseara esto, se debe crear una lista ordenada.

```
<ul>
  <li type="circle"> Esto es un tipo de punto en círculo</li>
  <li type="square"> Este es otro tipo, en forma de cuadrado</li>
  <li type="disc"> Y este es otro diferente. </li>
</ul>
```

Además, con ayuda del atributo “*type*”, se estableció un símbolo distinto para cada uno, con un aspecto en pantalla como se muestra en la figura 3.

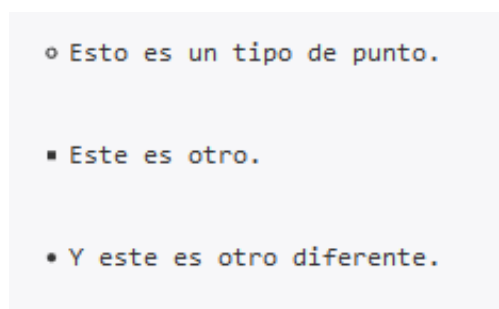


Figura 3. Ejemplos visuales utilizando diferentes tipos de atributos

Las listas ordenadas son muy similares a las anteriores, solamente que HTML al reconocerla, numera cada elemento de forma ordenada, y solamente modificando la etiqueta `` por `` (*ordered list*).

Propiedades listas ordenadas/no ordenadas

En las listas ordenadas, se puede definir qué tipo de numeración utilizar (números tradicionales, números romanos...). De esta forma se puede personalizar cada lista a gusto del usuario.

Bastara con poner, al abrir una lista y colocando el atributo `TYPE=""`, dentro de las comillas un tipo de atributo a seleccionar.

En la figura 4 se pueden ver algunos de los más utilizados.

TYPE=	Estilos de numeración	
	Tipos	Ejemplo
1	Números árabes	1, 2, 3, ...
a	Alfabético en minúsculas	a, b, c, ...
A	Alfabético en mayúsculas	A, B, C, ...
i	Romano en minúsculas	i, ii, iii, ...
I	Romano en mayúsculas	I, II, III,

Figura 4. Valores más comunes para el atributo Type

Permiten anidar listas dentro de otras. Conociendo bien y teniendo cuidado al abrir/cerrar etiquetas, se pueden anidar unas listas con otras, como, por ejemplo, a la hora de hacer sub-listas dentro de una lista principal.

Por último, las listas algo más complejas pero muchas veces muy útiles, son las listas de definiciones o “glosario”. Se trata de listas en las que se quieren introducir varios subapartados dentro de cada elemento, como su definición o cualquier información que se quiera indicar.

Simplemente basta con la utilización de 3 etiquetas distintas^[3] ^[1]

- `<dl>/</dl>`: Crea una lista de definiciones
- `<dt>/</dt>`: Elementos importantes de la lista
- `<dd>/</dd>`: Definición o información complementaria del elemento de arriba.

Un ejemplo sencillo de su uso, donde se quería desglosar la información en distintos subapartados, puede ser el siguiente código mostrado:

`<dl>`

`<dt>Termino 1</dt>`

`<dd>Definición 1</dd>`

`<dt>Término 2</dt>`

`<dd>Definición 2</dd>`

...

`<dt>Término N</dt>`

`<dd>Definición N</dd>`

`</dl>`

- **Tablas** ^[1]

Mediante la creación de tablas se puede encolumnar y estructurar el contenido de la página con más precisión. Todas las páginas webs están compuestas por tablas que definen la estructura de la misma.

Las etiquetas que se usan para la creación de tablas son:

- `<TABLE></TABLE>`: Al inicio y al final de la tabla, para indicar que se va a introducir una.
- `<TR></TR>`: Definen las filas
- `<TD></TD>`: Definen las columnas

En este proyecto, todos los archivos HTML que conforman la WEB están encuadrados con tablas, pero dándole un uso muy básico. No es más que definir una tabla de una sola fila, para que todo el texto dentro de ella tenga un mismo formato, tamaño en la pantalla...etc.

Como se puede apreciar en la Figura 5 , con el mismo código utilizado en todos los archivos que conforman la página web, se utiliza esta opción para que todo el texto tenga un alineamiento justificado y que el ancho en la pantalla tenga un valor determinado. Estos son atributos que se pueden añadir a la tabla además de tipos de letra u otras opciones.

```
<table>
  <tr>
    <td width=1000 align="justify">
```

Figura 5. Creación de tabla con atributos “ancho” y “alineamiento” añadidos

Para ello, se encuadra dentro de una tabla simple de 1 sola fila, y todo el texto dentro de las etiquetas hasta cerrar la tabla tendrán un ancho en pantalla de valor “1000” y alineamiento justificado.

Este uso es muy simple, pero se pueden utilizar las tablas para crear matrices de información, por ejemplo, de una serie de filas y columnas especificadas, aplicándoles un ancho, alto... que se requiera ^[4]

- **Formatos de texto**

Para aplicar formato al texto, basta con una serie de etiquetas que se escriben rodeando a la palabra o texto al que se quiera aplicar. Es decir, la etiqueta debe ser abierta y cerrada correctamente cuando ya no se quiera aplicar el formato. ^[3] ^[1]

Permiten combinarlos entre ellos, pudiendo utilizar varios dentro de un mismo texto. Solamente hay que poner atención en cerrar correctamente cada una de ellas.

Las más utilizadas, que sirven para dar cierto énfasis o resaltar una parte del texto son:

- **Negrita:** Mediante las etiquetas `/`, el texto al que encierre aparecerá en resaltado en negrita.
- **Cursiva:** Con las etiquetas `<i>/</i>`, el texto al que encierre aparece en formato cursiva.
- **Subrayado:** Si se quiere subrayar cierto texto, basta con encerrarle entre las etiquetas `<u>/</u>` para aplicarle el formato deseado.
- **Superíndices y subíndices:** En HTML también es permitido escribir fórmulas matemáticas, gracias a las etiquetas `<sub>` (subíndice) y `<sup>` (superíndice).

1.6. Inserción de enlaces e imágenes ^[4]

Estas dos propiedades están a la orden del día en cualquier página web. Todas ellas están compuestas de imágenes y enlaces para interactuar dentro de la página. Incluso se pueden combinar, haciendo imágenes en las que, al pinchar, te redirija hacia otra parte ^[8].

- **Enlaces**

Los enlaces o vínculos son utilizados en cualquier web, ya sea para redirigir a otra página externa, a una parte concreta dentro de la misma página o a cualquier elemento interno de ésta.

Además, su uso es muy abierto, ya que se pueden insertar en textos (hipervínculos), dentro de imágenes, botones... etc. Basta con utilizar la siguiente etiqueta `<a>` ("*ancla*") a la hora de introducir un hipervínculo.

Es importante diferenciar entre el "enlace o *URL*" (enlace de la página que se introduce en el buscador para acceder a ella), con el enlace dentro de la propia página. Se puede insertar un link dentro de una palabra cualquier (texto), una imagen o cualquier elemento, no siendo necesario que el descriptivo del hipervínculo aparezca en pantalla ^[8].

La etiqueta, como se ha comentado, es la siguiente:

- `<a>/`: etiqueta que indica que se va a introducir un hipervínculo. El texto que se introduzca entre medio de ambas será el que aparezca hipervinculado en pantalla, por defecto subrayado y de color azul para su distinción.

Es necesario utilizar el atributo "*HREF*" para indicar la URL a la que se redirigirá el enlace. Un ejemplo sencillo puede ser de la siguiente manera:

` WEB UNICAN`

En pantalla, aparecerá el descriptivo "WEB UNICAN" que, al pinchar sobre él, te llevará automáticamente al hipervínculo introducido con el atributo HREF, en este caso, la página principal de la Universidad de Cantabria.

Ahora bien, es necesario distinguir si se van a introducir hipervínculos dentro de la misma página, o si se trata de enlaces externos a la página, ya que la sintaxis es algo distinta para cada caso.

A. Enlaces con destino fuera de la página web

Como se ha explicado antes, este es el ejemplo más sencillo y basta con poner la URL completa del enlace,

```
<a HREF= "https://web.unican.es/ > WEB UNICAN </a>
```

En la pantalla aparecerá un texto subrayado y de color azul (color por defecto), que indica la existencia de un enlace de hipertexto que lleva a la dirección indicada en el atributo "HREF" [8].

B. Enlaces cuyo destino está dentro de la misma página

Esto es útil cuando se quieren introducir enlaces que provoquen saltos a otro punto determinado de la página web.

Para ello, dentro del atributo HREF, ya no habrá que introducir una URL sino una palabra clave (elegida por el usuario), de la siguiente forma:

```
<A HREF="#clave"> TEXTO </a>
```

Y en el sitio a donde se quiere saltar se debe poner la siguiente etiqueta:

```
<A NAME="clave"> Texto </a>
```

De esta forma, es fácil saltar de un sitio a otro dentro de la misma web, útil por ejemplo para introducir en el final de las paginas un enlace que te lleve al principio de nuevo.

- **Imágenes** [3] [4]

Se pueden incluir imágenes en numerosos formatos dentro de un documento HTML. Para ello, basta con utilizar la etiqueta **.

Antes de entrar en detalle de como posicionarla, aplicarle tamaño, formato... es necesario conocer de dónde y cómo se debe indicar en HTML la ruta de la imagen deseada.

Para ello, se utiliza el atributo *SRC (source)*, dentro del cual se encuentra la ubicación del archivo de imagen. El esquema más básico para introducir una figura es el siguiente, utilizando, como en anteriores ocasiones, la combinación etiqueta + atributo^[3]

En cuanto a los formatos soportados, los que se suelen utilizar son imágenes en formato *.jpg*, *.png* o *.gif*, aunque existen muchos más. Debido a limitaciones en algunos navegadores, se recomienda utilizar siempre estos tipos.

En el proyecto actual donde se creó la ayuda de CINDOOR, se utilizan figuras mayormente en formato *.png*, para así asegurarse que en un futuro seguirá siendo compatible con cualquier navegador ^[8].

Al igual que cualquier otro elemento, se le pueden añadir numerosos atributos de estilo, formato... Los más comunes para imágenes y útiles dentro de una página web son:

Para el tamaño de la imagen, basta con utilizar los atributos *"Height y width"* de la siguiente manera:

Con estos atributos se puede manejar fácilmente el ancho y alto de la imagen. Si no se introducen, la imagen se mostrará en pantalla con el tamaño por defecto que tenga.

Para el alineamiento de la imagen, con el fin de posicionar la imagen ya sea arriba, abajo, alineada a la derecha, centro... se utilizará el atributo **"align"** como se ha visto en otras ocasiones de la siguiente manera:

``

Un ejemplo completo, utilizado dentro de este proyecto para introducir una imagen, puede ser^[8] :

``

Que traducido a lo que se vería en pantalla se trataría de una imagen en formato png, acotada a alto/ancho determinado por el alto/ancho introducido mediante los atributos *width* y *height* y alineada en el centro de la pantalla.

- **Combinación imágenes-enlaces**

Otra opción muy útil y utilizada en este proyecto, en insertar enlaces dentro de imágenes. Por ejemplo, para hacer botones de atrás/adelante, puede ser una buena opción.

Basta con combinar la inserción de un enlace, pero en vez de que se hipervincule dentro de un texto, como se ha visto antes, que sea dentro de una imagen, también insertada.

Para ello, combinando ambas, de la siguiente manera:

``

``

``

En este ejemplo, se ha insertado un enlace, con un título determinado para identificarle, que al pulsar sobre la imagen de la ruta `./inicio.png`, te redirigirá automáticamente al archivo `inicio.html`.

Se dimensiona de igual forma con los atributos la imagen para crear esa forma de botón deseada.

1.7. Estilos con CSS dentro de HTML [5].

En este proyecto no se quiso entrar en gran detalle de código, sino utilizar etiquetas sencillas y básicas para que perdure en el tiempo y no quede obsoleto. No obstante, para darle algo de estilo, se utilizó CSS incorporado con HTML para algún detalle.

El lenguaje HTML tiene algunas limitaciones, desde su creación, a la hora de aplicarle formato, ya que primeramente fue concebido para otros usos no tan complejos como se puede pensar actualmente.

Para ello, se aplica CSS “*Cascading Style Sheets*” (Hojas de estilo en cascada) para dar un diseño más visual a los documentos y páginas web escritas en lenguaje HTML. CSS, sobre HTML, aplica estilos (colores, formas, márgenes, etc....) a uno o varios documentos (generalmente documentos HTML, páginas webs) de forma masiva[5].



Figura 6. Combinación HTML+CSS para crear una página web

La idea principal del lenguaje CSS es utilizar el concepto de separación de presentación y contenido, intentando que los documentos HTML incluyan solamente la información que se quiera presentar en la web (contenido), y todos los aspectos relacionados con el estilo (diseño, colores, formas, etc..) se encuentren en un documento CSS independiente (la presentación).

Las ventajas de utilizar CSS ^[6], a aplicar formato a cada párrafo o documento HTML son:

- Conseguir tener en un solo documento toda la información de estilo que se va a aplicar.
- Se reduce la posibilidad de duplicar estilos en diferentes lugares del documento, por lo que es más fácil de organizar y hacer cambios.
- Se reduce considerablemente la longitud del código, ya que se aplica de forma masiva a todo el documento.

Además, con CSS, podemos conseguir, entre otras cosas, aplicar:

- Distancia predeterminada entre las líneas de un documento
- Aplicar sangría a todo el documento
- Colocación de elementos dentro de la página más sencilla e intuitiva
- Definición de márgenes, subrayados, formatos...

Se ha utilizado un código muy sencillo, ya que no es el propósito de este proyecto, por lo que se va a explicar muy por encima los detalles.

Cabe destacar que el estilo introducido con CSS debe ir dentro del encabezado, entre las etiquetas `<head>` y `</head>`.

Para introducirlo, simplemente se debe utilizar la etiqueta `<style>` (y cerrarla cuando se considere), para que HTML sepa que se está introduciendo un estilo entre ambas etiquetas.

1.7.1. Formas de introducir estilo CSS en un documento

Existen dos formas de insertar un estilo, ya sea bien desde un link externo y un archivo *.css* creado, como introduciéndolo directamente como código en el encabezado.

Para introducirlo desde archivo externo, siempre en formato *.css*, simplemente basta referenciarlo de la siguiente manera:

```
<link rel="stylesheet" href="style.css">
```

Donde la ruta donde se encuentra el archivo CSS se indica con el atributo *HREF*. De esta forma, los navegadores sabrán que deben aplicar los estilos de este archivo (style.css) al documento HTML actual.

La otra forma, utilizada en este proyecto, introduciendo directamente en el código la parte correspondiente del archivo (siempre deberá ir dentro de la cabecera) al estilo que se utilizará en la página.

Por último, la tercera forma de aplicar estilos en un documento HTML es hacerlo directamente en las propias etiquetas, a través del atributo *style*. Esta manera es la menos aconsejable, ya que se pierde la esencia de la utilización de CSS, que es aplicar de forma masiva un estilo al documento. Si que puede ser útil en casos muy puntuales.

La estructura CSS se basa en reglas que tienen el formato mostrado en la Figura 7.



Figura 7. Estructura básica de un elemento CSS

En la sección “Selector”, se selecciona el documento donde se quiere aplicar el estilo. Tras esto, se debe elegir la regla que se utilizará, formada por la propiedad a introducir y el valor que tendrá ésta.

Como el objetivo del trabajo no era entrar en detalle de la programación HTML, y menos aún con CSS, se diseñó un código sencillo para unificar el formato de todos los archivos.

El código utilizado fue el mostrado a continuación

```
<style>
<!--
    /* Font Definitions */
    @font-face
        {font-family:Verdana;
          panose-1:2 11 6 4 3 5 4 4 2 4;}

    /* Style Definitions */
    p.MsoNormal, ul.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {margin-top:0cm;
      margin-right:0cm;
      margin-bottom:8.0pt;
      margin-left:0cm;
      line-height:95%;
      font-size:10.0pt;
      font-family:"Calibri",sans-serif;}

    .MsoChpDefault

    {font-family:"Calibri",sans-serif;}
-->
</style>
```

En la sección “*/* Style Definitions */*” se introduce todo lo relacionado con los márgenes (aplicándole valor a cada uno tanto por los laterales como los frontales) siguiendo el esquema indicado en la Figura 8 y utilizando el atributo “*Margin*”, el tipo de letra utilizado en el cuerpo del documento y el tamaño de ésta. (*{font-family:"Calibri",sans-serif;}* y *font-size:10.0pt;*).

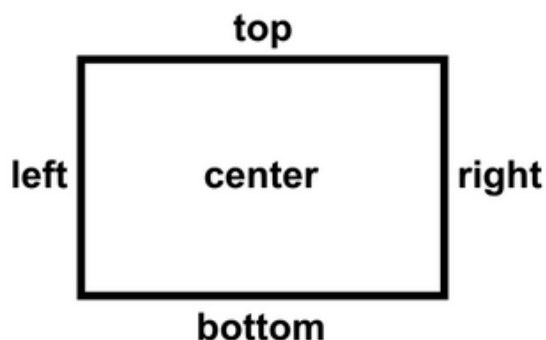


Figura 8. Descriptivos de localizaciones dentro de un documento que utiliza CSS

La unidad^[5] que utiliza para definir los márgenes es[pt] equivalente a 1pt = 0.35mm.

Finalmente, el interlineado se define mediante “*line-height:95%;*”, mediante la propiedad line-height y aplicándole un valor determinado.

Es importante saber que este estilo establece los valores predeterminados en todo el documento, pero prevalecen los cambios introducidos dentro del código HTML.

Es decir, si se aplica un estilo de letra mediante un estilo CSS, pero en el código HTML se utiliza un atributo para cambiar el formato de ella, ésta prevalecerá sobre el anterior. Existen numerosas propiedades más, pero se han explicado las utilizadas para este proyecto.

CAPÍTULO 2

PROGRAMA CINDOOR

En este tercer capítulo se va a tratar toda la parte teórica sobre la que se basa CINDOOR. Es importante conocer dicha parte para realizar un buen uso del programa, así como interpretar con más precisión todas las opciones y resultados que ofrece.

2.1. Introducción a CINDOOR^[16] ^[14]

A continuación, se detallan las bases teóricas del código CINDOOR junto con las definiciones de algunos parámetros utilizados dentro del propio programa.

CINDOOR ^[16]^[14] se basa en un modelo de radiopropagación de alta frecuencia, específicamente en la combinación de la óptica geométrica con la teoría uniforme de la difracción, denominado enfoque GO / UTD.

Esta teoría considera que las ondas de radio se propagan en forma de rayos y que cada rayo tiene un frente de onda asociado, un valor vectorial del campo electromagnético EM y un término de fase ^[14]. Por lo tanto, si se conoce el campo EM en un punto determinado denominado Q_i , se puede conocer dicho valor en cualquier otro punto Q_s , mediante la expresión:

$$E(Q_s) = E(Q_i)A(s)e^{-jks} \quad (1)$$

donde s es la distancia entre ambos puntos y $A(s)$ corresponde al factor de propagación que determina las pérdidas de energía a medida que el rayo se propaga, y depende de la forma del frente de onda.

Una forma de simplificarlo es el caso en el que el punto Q_i coincida con la posición del transmisor, con lo que el campo de la antena transmisora podría calcularse mediante la expresión:

$$E(Q_s) = K_0 \frac{e^{-jks}}{s} \quad (2)$$

donde K_0 es una constante característica dependiente del tipo de antena transmisora.

Una vez conocido esto, cuando el rayo viaja del transmisor al receptor, y en el intermedio se encuentra con un obstáculo dentro del modelo, el campo es atenuado, con lo que se debe añadir este factor de atenuación T , matriz en la que viene representada las características de la faceta donde choque el rayo, el ángulo de incidencia y la polarización.

$$E(Q_s) = K_0 \bar{T} \frac{e^{-jks}}{s} \quad (3)$$

La validez del enfoque GO / UTD se limita a una banda de frecuencia que depende del entorno en el que se trabaje.

- Para bajas frecuencias, el límite puede considerarse en 900 MHz en interiores y de [150 – 200] MHz para entornos urbanos.
- Sin embargo, para frecuencias altas no existe un límite teórico específico, aunque en la práctica se debe precisar lo más posible para una simulación más real.

La simulación mediante este modelo GO / UTD necesita, además de un modelo geométrico del entorno, su modelo electromagnético. Por lo tanto, para obtener resultados válidos en CINDOOR, es necesario establecer un modelo electromagnético de los objetos principales donde las señales se dispersarán por reflexiones, transmisiones, difracciones o combinaciones múltiples de estos efectos. Posteriormente se entrará en detalle acerca de estos fenómenos.

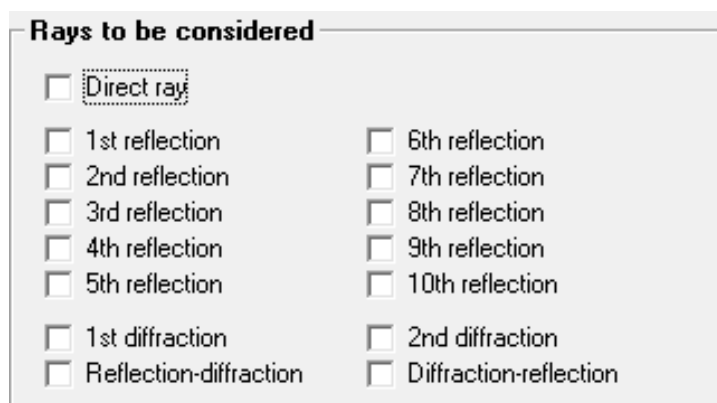
Para interiores, los objetos que principalmente se encuentran en todos los modelos son paredes y tabiques, techos y el propio suelo, así como otro tipo de mobiliaria, especialmente los muebles metálicos.

En la mayoría de estas situaciones, los objetos no están hechos de materiales puros y homogéneos, sino de mezclas de materiales con diferentes propiedades y una estructura heterogénea. El análisis riguroso de la dispersión del campo EM para objetos complejos es un problema difícil de resolver y no se puede tratar en un programa de simulación de radiopropagación. Afortunadamente, es posible desarrollar modelos simplificados que proporcionan resultados lo más precisos posible.

2.2. Mecanismos de acoplamiento para el trazado de rayos

El acoplamiento entre las antenas transmisora y receptora se obtiene como la contribución de diferentes mecanismos de dispersión, como el campo directo, el campo reflejado y sus múltiples reflejos, el campo difractado... etc.

Desde el punto de vista de la teoría de GO / UTD mencionada en el apartado anterior, cada uno de estos mecanismos tiene un rayo asociado. CINDOOR considera los siguientes mecanismos de acoplamiento o tipos de rayos, disponibles dentro del programa los mostrados en la Figura 9.



Rays to be considered	
<input checked="" type="checkbox"/> Direct ray	
<input type="checkbox"/> 1st reflection	<input type="checkbox"/> 6th reflection
<input type="checkbox"/> 2nd reflection	<input type="checkbox"/> 7th reflection
<input type="checkbox"/> 3rd reflection	<input type="checkbox"/> 8th reflection
<input type="checkbox"/> 4th reflection	<input type="checkbox"/> 9th reflection
<input type="checkbox"/> 5th reflection	<input type="checkbox"/> 10th reflection
<input type="checkbox"/> 1st diffraction	<input type="checkbox"/> 2nd diffraction
<input type="checkbox"/> Reflection-diffraction	<input type="checkbox"/> Diffraction-reflection

Figura 9. Selección de rayos disponible en CINDOOR

Un trazado de rayos adecuado es un requisito básico para un código eficiente. Es importante que el usuario sepa qué tipos de rayos son realmente necesarios en cada situación para evitar cálculos innecesarios y muy largos, con tiempos de procesamiento CPU elevados.

Los rayos a tener en cuenta se pueden clasificar en:

- *Rayo directo*: cuando no hay ningún obstáculo entre el transmisor y el receptor y el haz va directamente.
- *Reflexión*: los reflejos se producen cuando la señal propagada encuentra un obstáculo en su camino y ésta puede ser absorbida o reflejada. Esto variará según el ángulo de incidencia del rayo y la composición del material en el que se refleja y, por supuesto, la frecuencia de trabajo (la longitud de onda). En CINDOOR se podrá considerar desde la primera reflexión hasta la décima.
- *Difracción*: este fenómeno ocurre cuando los obstáculos a través de los cuales el rayo intenta penetrar son impenetrables por las ondas de radio. Es muy común en escenarios de interior porque hay numerosos obstáculos. CINDOOR puede considerar la primera y la segunda difracción.

En CINDOOR, como se ha recalcado anteriormente, es importante seleccionar bien que rayos entrarán en juego en la simulación.

Por ejemplo, en interiores con visión directa entre el transmisor y receptor (LOS), bastaría con seleccionar, además del rayo directo, de la primera a la tercera reflexión y la primera difracción, así como la combinación de ambas. Sin embargo, si no existe línea de vista entre ambas antenas, como se prevé que existan múltiples rayos reflejados, convendría añadir una cuarta reflexión y difracción adicionales.

2.3. Modelos de antena

CINDOOR simula el canal de radio, es decir, toma en cuenta los efectos de ambas antenas transmisora y receptora.

Hay dos posibilidades para introducir el modelo de antena en el programa: seleccionando uno de los dos modelos analíticos ofrecidos por el programa o

considerando cualquier otra antena cuyo patrón de radiación sea conocido (mediante mediciones o simulación) e introducirlo a través de un archivo externo.

Esta última posibilidad se detallará en el capítulo 4 ya que pertenece a funcionalidades del programa en sí, así como el formato de archivos que deben utilizarse.

Las antenas que pueden introducirse desde archivos externos son aquellas con polarización lineal, expresada mediante los componentes ortogonales Φ y θ . La antena debe caracterizarse por su ganancia directiva (Directividad) para cada una de sus respectivas polarizaciones y viene definida por las siguientes expresiones dependiendo del ángulo:

$$D_{\theta}(\theta, \phi) = 4\pi \frac{U_{\theta}(\theta, \phi)}{P_{rad}} = \frac{4\pi}{2\eta} \frac{|E_{\theta}(\theta, \phi)|^2}{P_{rad}} \quad (4)$$

$$D_{\phi}(\theta, \phi) = 4\pi \frac{U_{\phi}(\theta, \phi)}{P_{rad}} = \frac{4\pi}{2\eta} \frac{|E_{\phi}(\theta, \phi)|^2}{P_{rad}} \quad (5)$$

Si se trata de polarización lineal, se reduce a la siguiente expresión:

$$D(\theta, \phi) = D_{\theta}(\theta, \phi) + D_{\phi}(\theta, \phi) \quad (6)$$

Además de este factor de directividad, el archivo externo debe incluir la matriz de orientación de la antena y un factor de eficiencia que relaciona la directividad con la ganancia. Para la antena transmisora, también se debe incluir la potencia entregada a la antena.

Las dos antenas que ofrece CINDOOR son dipolo elemental (EED) y dipolo $\lambda/2$. Para la antena transmisora, la potencia del transmisor debe especificarse la potencia de la antena. En el caso de escoger un dipolo $\lambda/2$, la resistencia a la radiación, cuyo valor típico tomado por defecto es $R_r = 73$ Ohm. , también debe especificarse.

Para el caso de la antena receptora, las pérdidas también pueden incluirse a través de la resistencia de pérdida denotada como R_p . De esa manera el valor de eficiencia se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$\eta = \frac{R_r}{R_r + R_p} \quad (7)$$

Con este valor, se puede determinar la ganancia para cada antena.^[12]

- *Para un dipolo elemental*

Se puede calcular mediante la expresión [8] su ganancia directiva en función de los ángulos ϕ y θ .

$$G(\theta, \phi) = 1.5\eta \sin^2 \theta \quad (8)$$

Cuyo diagrama de radiación puede representarse en la Figura 10.

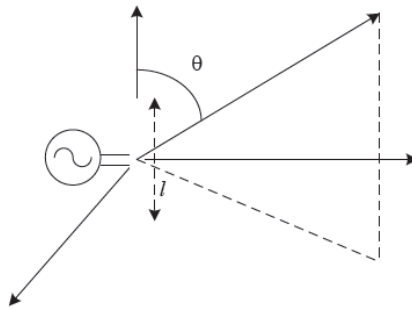


Figura 10. Esquema básico de una antena dipolo

- *Para un dipolo $\lambda/2$*

Se puede calcular mediante la expresión [9] su ganancia directiva en función de los ángulos ϕ y θ .

$$G(\theta, \phi) = 1.64\eta \left[\frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta\right)}{\sin \theta} \right]^2 \quad (9)$$

El diagrama sería el mismo que la antena dipolo con la particularidad que la longitud l es equivalente a media longitud de onda.^[12]

Finalmente, es necesario introducir la orientación de las antenas transmisora y receptora. Cada antena tiene su propio sistema para el cual se conoce el patrón de radiación. Por lo tanto, es este sistema el que debe orientarse con respecto al sistema de eje absoluto, que no es más que un sistema cartesiano con la restricción de que el eje Z es el perpendicular al suelo.

2.4. Caracterización del canal de radio ^{[14][15]}

El canal de radio en áreas interiores o densamente pobladas es ciertamente complejo. El programa CINDOOR considera como un primer acercamiento que el posible movimiento entre el transmisor y el receptor es lo suficientemente lento para que el efecto Doppler sea ignorado. Por lo tanto, el canal de radio, que por definición incluye el efecto de los patrones de radiación de las antenas de transmisión y recepción, pudiéndose considerar como un sistema invariante en el tiempo lineal y, por lo tanto, se define adecuadamente por su respuesta al impulso.

Esta magnitud cambiará rápidamente cuando se mueva de un punto en el entorno a otro a lo largo de una trayectoria para que pueda considerarse como una variable aleatoria con respecto a la posición.

La caracterización del canal dependerá del tipo de señales de interés para la transmisión. Dicha caracterización de canal de banda estrecha puede considerarse completa desde un punto de vista práctico si se conoce el nivel de potencia medio en diferentes puntos del espacio (cobertura) y las estadísticas de desvanecimiento.

Desde un punto de vista práctico, una definición de banda ancha incluirá, además de la cobertura, la posibilidad de obtener la respuesta de impulso en cualquier punto de interés en el entorno en estudio. Una vez que se conoce la respuesta al impulso, se puede determinar una serie de parámetros asociados, como el perfil de retardo de potencia para las formas deseadas del

impulso transmitido, el retardo en exceso promedio, la extensión del retardo rms, el ancho de banda coherente, etc.

2.5. Caracterización de banda estrecha. Cobertura

El programa CINDOOR permite realizar estudios de cobertura a lo largo de trayectorias (rectas o curvas) o en áreas de 2 dimensiones.

La magnitud representada es la potencia en una carga de la antena receptora. Esta magnitud se representa normalizada al valor máximo con un mapa de color dentro del programa como se puede ver en los ejemplos prácticos donde se realiza un estudio de la cobertura. ^{[14][15]}

El nivel de señal en las salidas de antena receptora se puede obtener con la expresión:

$$V_0(\vec{r}) = \sum_{i=1}^N \vec{E}(\theta_i, \phi_i) \vec{h}_r^*(\theta_i, \phi_i) = \sum_{i=1}^N |V_i| e^{j\phi_i} \quad (10)$$

donde el vector V_0 representa el voltaje entre los terminales de la antena, el campo $E(\theta_i, \phi_i)$ es el campo incidente en la antena receptora en la dirección marcada por los ángulos (ϕ, θ) . El número de rayos incidentes se introduce en la variable N de la ecuación mientras que el vector h_r representa el vector de altura equivalente de la antena receptora, teniendo en cuenta su polarización y ganancia directiva.

Para calcular el voltaje representado en la ecuación anterior V_0 y como se puede observar que es dependiente del vector de posición r , la potencia en la carga del receptor se puede calcular mediante la expresión:

$$P_L(\vec{r}) = \frac{1}{2} \frac{|V_0(\vec{r})|^2}{4R_L} \quad (11)$$

donde R_L representa la parte real de la impedancia de carga.

Por último, otro parámetro que se calcula en este tipo de simulaciones es la potencia media, representada mediante $P_L(r_0)$ y definida como la potencia promedio alrededor de un punto en concreto. Se puede obtener mediante el sumatorio no coherente de las diferentes señales de potencia que se obtienen, como se puede ver en la siguiente expresión:

$$\langle P_L(\vec{r}_0) \rangle = \frac{1}{2} \frac{\langle |V_0(\vec{r}_0)|^2 \rangle}{4R_L}, \text{ donde } \langle |V_0(\vec{r}_0)|^2 \rangle = \sum_{i=1}^N |V_i|^2 \quad (12)$$

2.6. Caracterización de banda estrecha. Estadísticas de desvanecimiento [11]

Como se detalló en apartados anteriores, la señal sufre desvanecimientos rápidos, propios en multitrayecto, y el conocimiento de las estadísticas de la señal es importante para seleccionar la potencia de un sistema de comunicación. [14][15]

La interferencia constructiva y destructiva de las componentes del multicamino dan lugar a variaciones significativas en la amplitud y fase de la señal recibida con pequeños cambios de posición relativa entre transmisor y receptor.

Existen varias distribuciones de probabilidad que se han utilizado para modelar señales, tanto en interiores como exteriores.

Una de las distribuciones que mejor se ajusta a las señales en diferentes situaciones es la distribución de Rice, que incluye como un caso extremo la distribución de Rayleigh. Por este motivo, se ha elegido para la caracterización estadística del canal en CINDOOR. El programa proporciona como salida la función de distribución de probabilidad acumulada (cdf) de los datos obtenidos de la simulación en comparación con la cdf de Rice.

La distribución de Rice es normalmente utilizada cuando existe línea de vista entre el transmisor y receptor y se puede, mientras que la de tipo

Rayleigh se utiliza para situaciones sin línea de vista directa, con grandes contribuciones del multitrayecto.

2.7. Caracterización de banda ancha

La caracterización del canal de banda ancha se logra a partir de la respuesta al impulso. Se puede obtener una estimación equivalente de paso bajo de la respuesta al impulso, que es válida en una banda de frecuencia alrededor de la portadora, conociendo previamente el retraso de la señal que llega al receptor, como indica la expresión [13].

$$h(t) = \sum_{i=1}^N |V_i| \delta(t - \tau_i) e^{j\phi_i} e^{j\omega_0 \tau_i} \quad (13)$$

Donde N representa el número de rayos que contribuyen en la señal en un punto en concreto ($i=1,2,\dots,N$), $|V_i|$ representa el módulo inducido en la antena receptora por cada uno de estos rayos, siendo ϕ la fase, siendo la variable τ el retraso de cada rayo medido desde el momento de llegada del primer rayo (debiendo ser éste el rayo directo).

La respuesta al impulso también es una función de la posición del receptor, por lo que debe expresarse dependiente de la posición además del tiempo.

Como no se pueden generar experimentalmente impulsos, es decir, pulsos infinitos, es necesario definir una magnitud medible. Esta magnitud es el perfil de retardo de potencia. La respuesta del canal al pulso de duración finita (t) se obtiene mediante la siguiente convolución expresada en la expresión [14].

$$h_\omega(t) = h(t) * \omega(t) \quad (14)$$

Por tanto, el perfil de retardo de potencia se define como:

$$p(t) = |h_\omega(t)|^2 = \left| \sum_{i=1}^N |V_i| \omega(t - \tau_i) e^{j\phi_i} e^{j\omega_0 \tau_i} \right|^2 \quad (15)$$

El programa CINDOOR permite el cálculo del perfil de retardo de la potencia para pulsos de tipo gaussiano, cuadrado, de coseno alzado y ventanas Hanning y para diferentes duraciones de tiempo de estos pulsos, como se puede observar en la Figura 11.

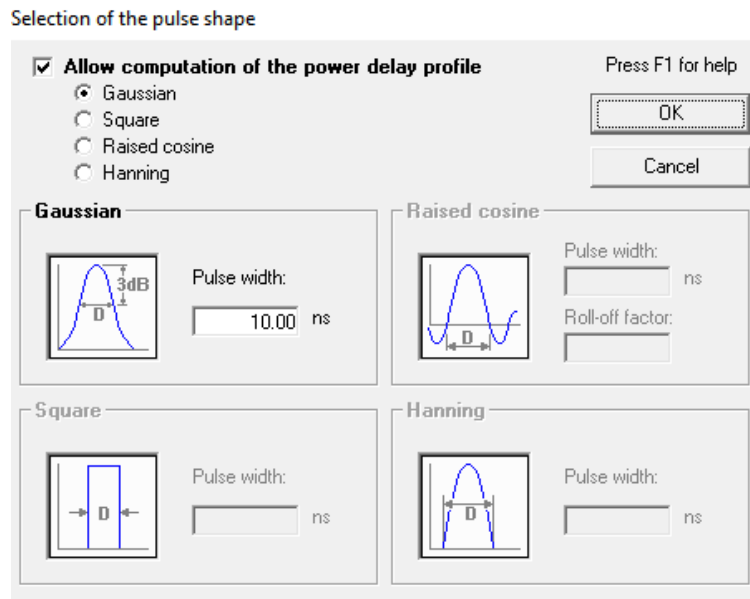


Figura 11. Selección del pulso dentro de CINDOOR

Con toda esta teoría, se pueden calcular varias magnitudes que caracterizan el canal en el dominio del tiempo, como es el retardo medio (τ) y el retardo cuadrático medio (τ_{rms}), a partir del perfil de retardo de potencia^{[14][15]}.

El retraso medio se define en la expresión [16],

$$\bar{\tau} = \frac{\int_0^\infty p(t) t dt}{P_{\text{tot}}} \quad (16)$$

Siendo P_{tot} el valor de potencia total calculado como indica la expresión [17]

$$P_{tot} = \int_0^{\infty} p(t) dt \quad (17)$$

El retraso cuadrático medio (RMS) , sin embargo, se define como muestran las en las expresiones [18] y [19]

$$\tau_{rms} = \sqrt{\overline{\tau^2} - (\overline{\tau})^2} \quad (18)$$

siendo

$$\overline{\tau^2} = \frac{1}{P_{tot}} \int_0^{\infty} p(t) t^2 dt \quad (19)$$

El efecto de banda ancha de la propagación multitrayecto es la llegada al receptor de una serie de impulsos retardados y atenuados para cada impulso transmitido, siendo una medida de la dispersión mediante los términos τ_{rms} y τ .

CAPÍTULO 3

Estructura de la página web

En este apartado se va a describir cómo se creó, desde cero, la página web a modo de manual de ayuda para el programa CINDOOR, mediante lenguaje HTML sencillo e intuitivo. El objetivo en sí es facilitar todo lo posible al usuario que, al utilizar este software y surgirle alguna duda, ésta pueda ser rápidamente solventada.

Así es que se creó este manual de ayuda, combinando teoría y ejemplos prácticos del propio programa para que el usuario pueda ver, paso a paso, cualquier opción que CINDOOR ofrece. En el apartado anterior se detalló toda la parte Teórica del programa, y en éste se va a entrar más en detalle de lo que ofrece el manual, como está estructurado y que opciones de simulación se pueden elegir.

También, se va a explicar cómo el usuario puede acceder a esta ayuda, bien sea directamente abriéndolo desde cualquier navegador compatible como si se tratara de cualquier otra página web, o bien desde el propio programa, utilizando un atajo de teclado que redirija al usuario al punto concreto del manual donde puede encontrar la ayuda más específica (punto 4.2 del capítulo).

3.1. Diseño de la página y esqueleto principal

Se decide estructurar la página en seis apartados, un menú mediante el cual se puede acceder a cualquier sección y donde se puede encontrar una breve descripción de lo que es CINDOOR, y un punto final de ejemplos reales de uso del programa, paso a paso, para que el usuario pueda familiarizarse con todas las opciones que ofrece el programa. Por defecto, al abrir la página en cualquier navegador, se mostrará el menú principal con sus opciones correspondientes.

Además, se ha añadido un menú en el margen izquierdo, a modo de índice, con todas las secciones con hipervínculos para poder acceder y cambiar rápidamente entre ellas. Además, se añadió, en cada apartado de la página, un par de botones que llevan al usuario bien al menú principal, o bien al último apartado visitado.

Todo esto es bastante necesario ya que, al tratarse de un manual de ayuda, tiene como propósito que la visita a la ésta por parte del usuario sea rápida y eficaz, y que pueda acceder a un tema distinto sin tener que recargar la página o necesariamente regresando a menú principal.

En la Figura 12 se muestra la apariencia de la página al abrirla por primera vez:

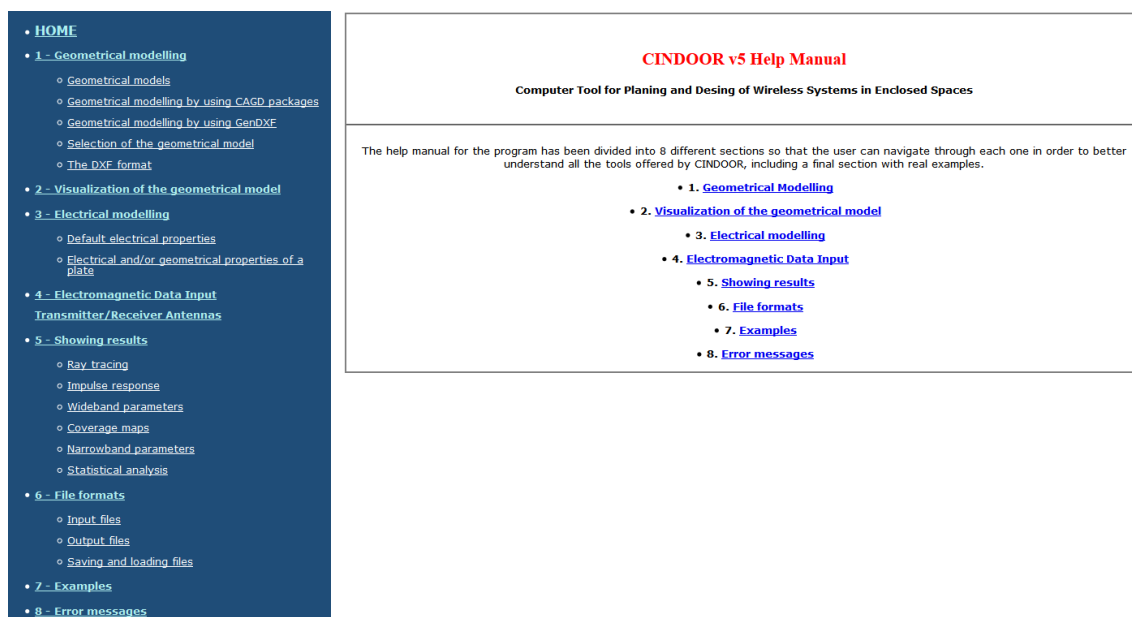


Figura 12. Pantalla de Inicio al abrir la WEB, formada por el menú lateral y el contenido

Es muy importante destacar que, a lo largo de esta ayuda, se ha añadido un glosario interno con los términos más importantes.

Es decir, los términos que requieran una explicación más profunda y teórica se han introducido en las secciones en los que se ha requerido mediante un hipervínculo añadido, que lleva al usuario a una explicación más detallada para poder comprender bien la función o la utilidad de la herramienta.

3.1.1. Menú Principal

En este primer apartado, como se ha explicado, se encuentra un índice hipervinculado con todas las secciones del programa. Además, se añade una pequeña descripción teórica del mismo junto al título. Tiene un diseño sencillo para facilitar al usuario la visualización rápida de todo el contenido que ofrece (Figura 13)

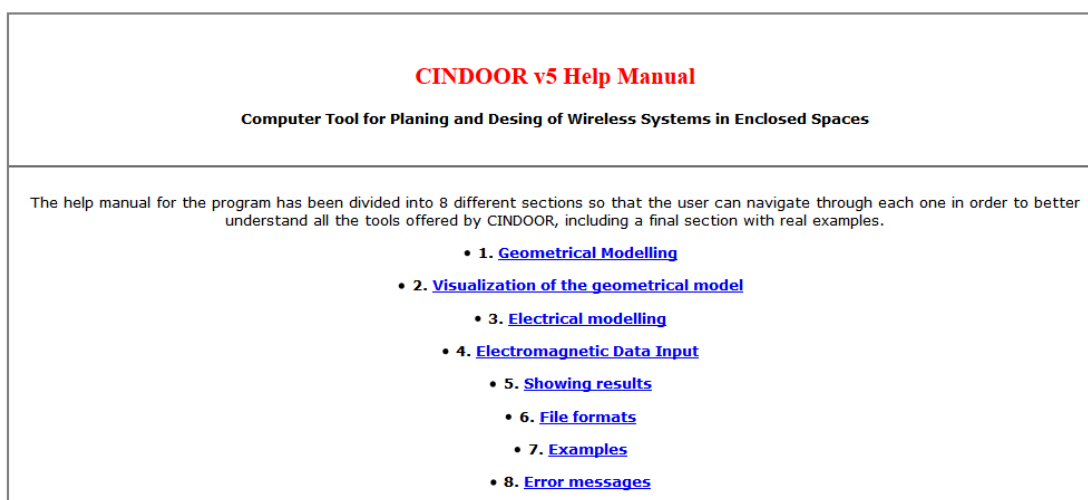


Figura 13. Menú principal hipervinculado a todas las secciones

Todas las páginas siguientes, ya sean apartados o subapartados dentro de éstos, se puede regresar fácilmente a este menú que servirá como nexo entre todas las secciones, y así poder elegir otro tema acerca del cual realizar una consulta.

3.1.2. Generación y visualización de modelos geométricos/electromagnéticos

El tema de generación, así como la visualización del modelo, se puede encontrar a lo largo de los tres primeros apartados del manual, como se muestra en la Figura 14.

- 1 - Geometrical modelling
 - Geometrical models
 - Geometrical modelling by using CAGD packages
 - Geometrical modelling by using GenDXF
 - Selection of the geometrical model
 - The DXF format
- 2 - Visualization of the geometrical model
- 3 - Electrical modelling
 - Default electrical properties
 - Electrical and/or geometrical properties of a plate

Figura 14. Tres primeras secciones disponibles referentes al modelo geométrico y sus propiedades.

Un primer apartado, definido como “*1. Geometrical Modelling*”, en donde se puede encontrar información relacionada con cómo definir la geometría del escenario donde se realiza la simulación, muy útil para saber construir cualquier entorno en el cual se quiera realizar un estudio determinado.

Además, explica el funcionamiento de las dos primeras opciones que ve el usuario en el programa al iniciar, las pestañas “*File*” y “*Geometry*”.

En la primera, el usuario puede cargar o guardar archivos fácilmente, mientras que la segunda pestaña es útil para la visualización o modificación del modelo electromagnético cargado.

Esta sección se divide en cinco subapartados, que van desde cómo crear, cargar y modificar el modelo geométrico, así como una breve explicación de los distintos formatos en los que se puede cargar y la generación de estos mediante algunos paquetes gráficos externos al programa. También, se encuentra explicado la construcción del modelo mediante placas para representar escenarios urbanos e interiores.

En el último apartado acerca de este tema, se detalla cómo y en que formato generar un archivo que incluya todas las propiedades del modelo: color, tipo

de línea, orientación del objeto, etc. Así como las coordenadas de los vértices para cada faceta que forman todo el modelo.

En el segundo apartado, denominado “2 - *Visualization of the geometrical model*”, se explican todas las opciones de visualización del modelo geométrico. Al cargar dicho modelo, por defecto, las posiciones actuales de las antenas del transmisor y del receptor se asumen automáticamente como los valores predeterminados para la siguiente simulación, incluso si el modelo geométrico cambia.

Una vez cargado, aparece en pantalla en 2D, pero se explica en detalle cómo cambiar la visualización en 3D de una forma sencilla. Finalmente, existe otra opción que ofrece el programa para poder visualizar cada nivel dentro de una estructura en función de la altura que introduzca el usuario, una herramienta útil para evitar vistas del modelo muy complejas o superpuestas.

Así, el usuario puede entrar más en detalle de cada nivel simplemente modificando la coordenada Z, que representa la altura, ya que el programa corta el plano y muestra en pantalla la sección del plano correspondiente.

Finalmente, un tercer apartado llamado “3 - *Electrical modelling*”, donde el usuario puede encontrar ayuda acerca de la carga del modelo geométrico, mediante un ejemplo real del programa, y la posibilidad de, una vez cargado, modificar las propiedades eléctricas que vienen por defecto en CINDOOR, como la constante dieléctrica, coeficiente de transmisión, conductividad... Dentro de cada sección se encuentra una explicación de cada una de estas variables, así como ejemplos de valores que toman en la realidad para tener referencias y que el usuario pueda entenderlo y modificarlo a su gusto según el modelo y las propiedades de éste.

A diferencia de otros programas, CINDOOR permite al usuario cambiar los valores predeterminados de algunas variables. La idea es hacer que los valores más comunes sean los valores predeterminados solo para una simulación dada, pero no para todas.

Para finalizar, se detalla cómo modificar estos valores en dependencia de la placa del modelo geométrico que se esté tratando. Así, se puede conseguir

un entorno más ajustado a la realidad para poder realizar simulaciones correctamente.

3.1.3. Selección de antenas transmisora y receptora. Mecanismos de acoplo entre ambas

Esta sección corresponde al cuarto apartado del manual, denominado “4 - *Electromagnetic Data Input: Transmitter/Receiver Antennas*”.

En ella, se detalla todo lo relacionado con las antenas transmisoras y receptoras (localización, selección de antena y tipos disponibles en CINDOOR). También, se puede encontrar ayuda acerca todo lo relacionado con los mecanismos de acoplamiento entre ambas antenas, así como la frecuencia de trabajo y cómo modificarla desde el programa.

Se divide en varios subapartados como se muestra en la Figura 15 y a continuación se va a entrar en detalle de cada uno.

- Selection of the geometric and electromagnetic data**
 - [Working frequency](#)
 - [Kind of rays](#)

- Selection of the transmitter**
 - [Location](#)
 - [Antenna type](#)

- Selection of the receiver**
 - [Location](#)
 - [Types of receiver](#)
 - [Antenna type](#)

- Pulse**
 - [Selection of a pulse](#)

Figura 15. Menú de selección de antenas y sus propiedades

El primero, *“Selection of the geometric and electromagnetic data”*, describe por un lado como el usuario puede introducir desde teclado la frecuencia de trabajo a la que quiere realizar la simulación.

Por otro, en la sección *“Kind of rays”*, se puede seleccionar todas las posibles trayectorias entre las antenas, basándose en el cálculo de la transmisión en el espacio libre, en las reflexiones de las diferentes paredes y difracciones.

Hay que tener cuidado a la hora de elegir estos mecanismos de acoplamiento, ya que los tiempos de CPU dependen en gran medida de los rayos seleccionados. Se debe tener en cuenta que un rayo reflejado triple no necesita solo tres veces más tiempo de CPU que un solo reflejo, por lo que manejar bien esta opción acorde al tipo de simulación que se requiera es muy importante.

Lo siguiente que se encuentra el usuario es se trata de la colocación y elección del transmisor y el receptor. Para cada cual, hay una sección en la que explica la localización de ambos, en función del tipo seleccionado y el tipo de antena utilizada.

- Transmisor: al tener la opción elegir más de uno, se describe cómo proceder a su localización mediante la introducción de coordenadas de cada uno. Ofrece información acerca de, en función del tipo de trayectoria utilizada para el receptor, el número de transmisores que se pueden utilizar.
- Receptor: de forma similar que, para la antena transmisora, explica cómo proceder a su localización en dependencia a su despliegue. Este tema es algo más complejo, ya que el programa ofrece cuatro formas distintas en el despliegue del receptor, ya sea en forma de un único punto (simulaciones punto a punto), o dentro de una trayectoria curva, en línea o formando una malla (simulaciones punto-multipunto). Por esto, se añade una sección denominada *“Types of receiver”* en la que el usuario dispone de toda la información relacionada con cada tipo de receptor.

Finalmente, ambos comparten una misma sección, denominada “Antenna Type”, que entra en detalle acerca de todos los tipos de antena que se pueden seleccionar en CINDOOR, así como sus características y parámetros modificables por el usuario como potencias, resistencias...

Para finalizar, se añade un último punto denominado “Selection of a pulse”, en la que se informa de como introducir un pulso como señal de entrada y

poder ver la respuesta que ofrece en la simulación. Se muestran todas las formas que puede adquirir, así como la modificación de los parámetros de cada uno (ancho del pulso).

3.1.4. Tipos de simulaciones y visualización de resultados

El siguiente apartado, una vez configurado y simulado el proyecto completo como se indica anteriormente, detalla la interpretación de los resultados de acuerdo con las opciones que ofrece el programa CINDOOR, así como que tipo de resultado disponible dependiendo del tipo de simulación realizada. Por ello, se va a dividir la explicación en dos subapartados para hacer distinción en cada tipo de simulación.

Por un lado, las simulaciones punto a punto para un tipo de receptor en punto, y, por otro lado, simulaciones punto a zona, con receptores desplegados en malla o a lo largo de una trayectoria determinada.

También, se explicarán todas las opciones de visualización de resultados para cada caso. Dentro del manual, se entra en detalle de cómo interpretar estos resultados por parte del usuario.

Todas estas opciones se encuentran dentro del quinto apartado, llamado “5. Showing results”, y a continuación se van a detallar todas las opciones dentro de esta sección, dividida como indica la Figura 16.



Figura 16. Opciones disponibles para ayuda en la visualización e interpretación de resultados

Simulaciones punto a punto. Respuesta impulsiva y Power Delay Profile

Estas opciones están disponibles para las simulaciones punto a punto, donde es necesario que el receptor sea un único punto. Una vez configurados tanto el transmisor como el receptor junto con el resto de los parámetros necesarios en cuanto a modelo geométrico y sus características, frecuencia, antenas... es la hora de visualizar los resultados pertinentes.

Las opciones que ofrece CINDOOR para este tipo de simulación son las tres primeras que se pueden observar en la figura

- *Ray Tracing (Trazado de Rayos)*

Mediante esta opción, el usuario podrá comprobar, de acuerdo con los mecanismos de acoplamiento entre antenas elegidos, un dibujo del trazado de rayos desde la antena transmisora hasta la receptora ya bien sea mediante rayo directo o con múltiples reflexiones o difracciones. CINDOOR tiene implementado un mecanismo de colores junto con una leyenda para identificar de que se trata cada rayo.

Por ejemplo, si el receptor fuera una malla de puntos, también puede representar todos los rayos entre el transmisor y el receptor de la misma manera, pero no sería una buena opción, ya que habría un número infinito de rayos y no sería un buen estudio, por lo que se descarta.

Finalmente, se añade un ejemplo práctico de uso para comprender mejor a interpretar el resultado de esta simulación.

- *Impulse response (Respuesta Impulsiva)*

Mediante esta simulación se pueden obtener un gráfico de barras, en las que la altura de cada una es proporcional a la tensión de salida en la antena del receptor. Se puede ver representado el voltaje inducido por cada rayo en función del tiempo de llegada.

- *Wideband parameters (Parámetros de ancho de banda)*

Esta opción de visualización está disponible cuando se introducir un pulso a la entrada, como se ha visto en la explicación de la sección 4 de la página web.

El resultado de la simulación mostrará un gráfico donde se verá representado el Perfil de retardo de potencia (*Power Delay Profile*). Permite saber la intensidad de la señal recibida en el receptor a través del canal en función del retardo del tiempo.

El usuario podrá ver cómo responde el canal al introducir el pulso en la entrada, y como afecta al nivel de señal que se recibe finalmente.

Simulaciones punto a zona. Mapas de cobertura e Interferencias

Por otro lado, las tres últimas opciones dentro del apartado 5 mostradas en la figura anterior, corresponden a simulaciones punto-multipunto, es decir, cuando el receptor no es un único punto sino sigue una trayectoria determinada. Como se vio en el punto anterior, el usuario puede elegir entre un receptor en forma de malla o a lo largo de una trayectoria (línea o curva).

- *Coverage Maps (Mapas de cobertura)*

Esta opción es la más útil para el usuario a la hora de realizar este tipo de simulaciones. Por una parte, se puede obtener el mapa de cobertura, es decir, la representación de las zonas donde habrá más o menos señal, siguiendo una leyenda de colores. Se puede ver representada la potencia media en cada punto donde se ubica un receptor que se ha desplegado.

Por defecto, los colores cálidos corresponden a un nivel de señal más alto y los colores fríos, a un nivel más bajo, pero el usuario podrá modificar esto a su gusto.

Por otro lado, se puede estudiar cómo afectarán las interferencias en el caso de que en la simulación entren en juego más de un transmisor. A la hora de desplegar una red en la realidad, esta opción puede ser muy útil para poder conocer el nivel de interferencia entre todos los transmisores que se vayan a colocar en cualquier punto del escenario.

Para ello, se realiza un estudio de la CIR (*Carrier To Interference*), que se define como un ratio entre la señal portadora con la interferente. El usuario debe elegir qué transmisor será el portador de la señal y cuál actuará como interferencia, y podrá observar las zonas donde la interferencia entre antenas será mayor, pudiendo detectar las zonas de pérdida de señal.

Del mismo modo, también está disponible la opción de ver cuál es el transmisor, para cualquier punto dentro del escenario simulado, que ofrecerá al receptor mayor nivel de señal. Esta también es otra buena herramienta en el despliegue, por ejemplo, de redes WI-FI para poder detectar los puntos concretos donde puede existir pérdida de señal por parte del receptor.

Un ejemplo del estudio del mapa de cobertura dentro de una zona puede ser el mostrado en la Figura 17.

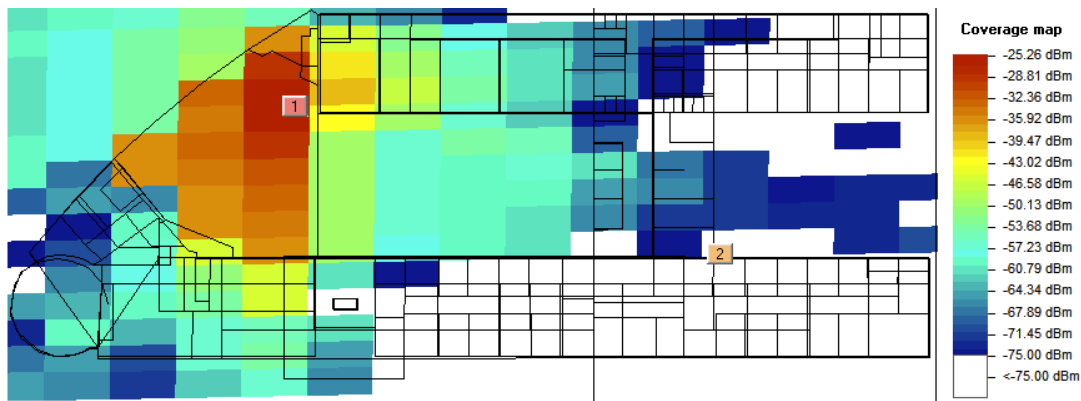


Figura 17. Ejemplo de utilización de Mapa de cobertura introducido en la página web a modo de ejemplo.

- *Narrowband parameters (Parámetros de banda estrecha)*

Esta opción solamente estará disponible para receptores a lo largo de trayectorias curva o rectilínea. Como resultado, el usuario podrá comprobar la potencia media y el voltaje de salida en función de la distancia del receptor.

Se puede obtener un gráfico donde ese verá representada la potencia para cada punto de la trayectoria frente a la potencia media como resultado de un análisis estadístico. La potencia media se puede obtener estadísticamente como la suma incoherente de todas las señales que llegan a cada punto a lo largo de la trayectoria. Se puede ver un ejemplo en la Figura 18.

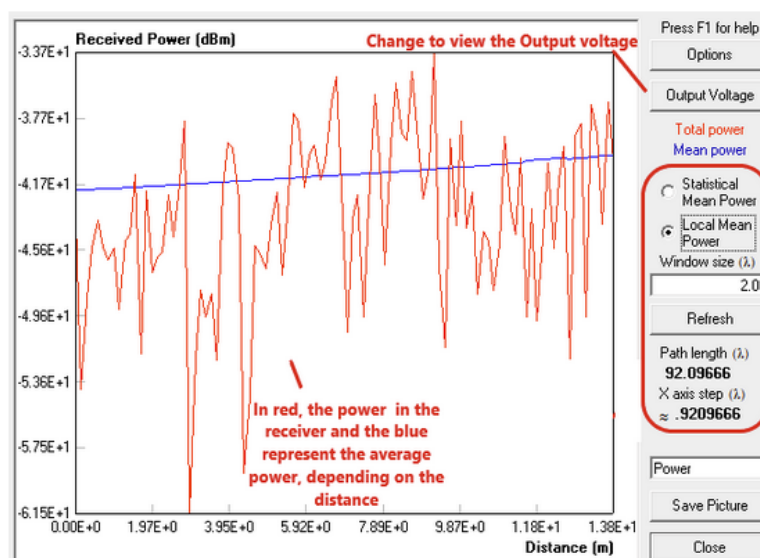


Figura 18. Ejemplo dentro de la página web con el detalle en las partes más importantes

- *Statistical análisis (Análisis Estadístico)*

Esta última opción es el resultado del análisis estadístico de la señal de banda estrecha, es decir, las estadísticas de desvanecimiento. Este estudio se realiza automáticamente cuando el receptor se encuentra en una trayectoria (trayectoria recta o curva).

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la importancia de este análisis estadístico depende de la tasa de muestreo correcta de la curva de desvanecimiento. Se puede ver un ejemplo en la Figura 19.

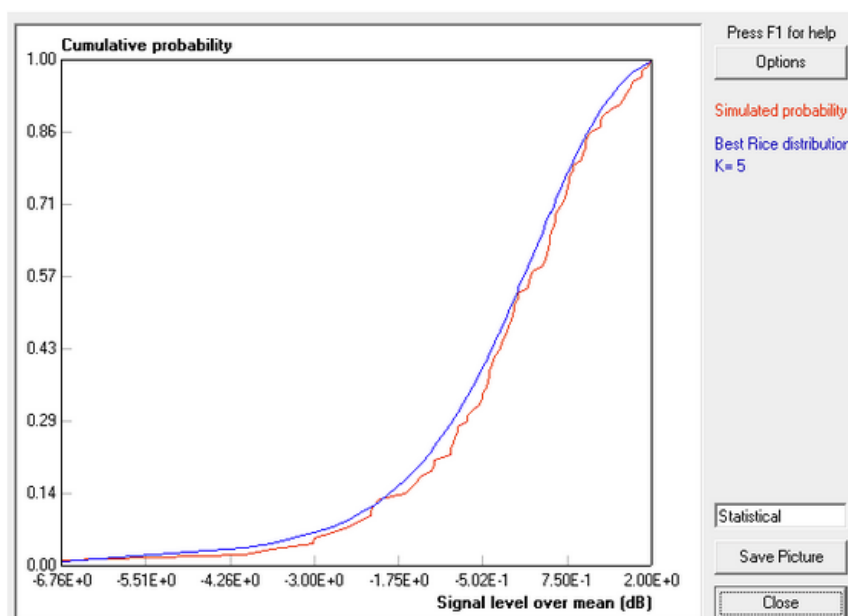


Figura 19. Ejemplo del resultado tras un análisis estadístico de la señal

3.1.5. Salvar/cargar resultados. Formato de los archivos de entrada y salida

En esta sexta sección del manual, denominada “6. File formats”, se detalla como cargar y guardar resultados de las distintas simulaciones, así como el formato de los archivos de entrada y salida que ofrece CINDOOR, como muestra la Figura 20.

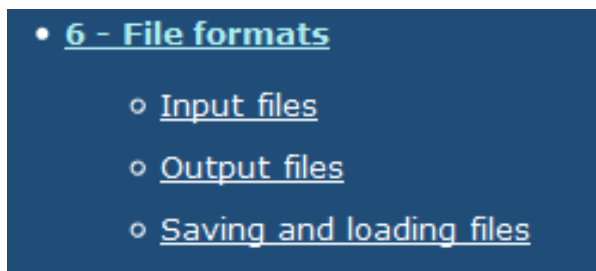


Figura 20. Opciones de ayuda dentro del formato de los archivos entrada/salida

Primero, se detalla los archivos y su formato de entrada que acepta e interpreta CINDOOR. Dentro de estos se encuentran archivos que definen los parámetros de las antenas y como poder modificarlos, así como otros que definen el modelo eléctrico y geométrico que se va a utilizar en la simulación. El usuario puede encontrar aquí un breve resumen de los archivos por dentro, las líneas que lo componen y que significan o aportan cada una.

Lo siguiente que se explica, al igual que en la entrada, son los archivos de salida. Estos archivos proporcionan información adicional y permiten al usuario crear salidas utilizando otros paquetes gráficos.

A posteriori de la simulación, se generan varios archivos al guardar el proyecto. Algunos de los más reseñables, por ejemplo, proporcionan toda la información relacionada con la ubicación del transmisor y receptor, el tipo de antenas utilizadas y sus parámetros, el tipo de análisis...

También se crean otros archivos que recogen los resultados de las simulaciones, en dependencia del tipo de simulación que se haya realizado.

En el último apartado, el usuario puede encontrar ayuda acerca de cómo cargar y guardar todos estos archivos, en una explicación que detalla paso a paso como hacerlo. Esta herramienta es útil para poder cargar resultados de diferentes simulaciones y poder comparar entre ellos, o visualizarlos más tarde y proceder a hacer otra simulación distinta.

3.2. Formas de acceder al manual de ayuda

En esta sección se van a explicar las dos formas de las que dispone el usuario de acceder al manual de ayuda. Por una parte, como si se tratara de una página web al uso, abriendo con cualquier programa compatible y navegando por ella en busca de la información deseada.

Por otra, más útil si se desea buscar información concreta sobre una opción del programa de una manera rápida, añadiendo un atajo de teclado en cada menú u opción de CINDOOR que te abra directamente la sección del manual donde se encuentra la información pertinente.

3.2.1. Visualización como página WEB

Esta opción de visualización puede ser muy útil cuando el usuario quiere conocer más acerca del programa y todas sus características.

Para visualizarla, basta con abrir desde cualquier navegador compatible, el archivo correspondiente donde se encuentra todo el manual almacenado, o bien introduciendo la URL en el navegador si se dispone de ella.

Lo primero que se encontrará la persona que vaya a consultar el manual, es con el Menú principal, donde se muestra el nombre del Software para el que se ha realizado la ayuda, una breve descripción de que es y para qué es utilizado, y finalmente el menú principal con todas las secciones hipervinculadas para poder navegar fácilmente por cualquiera de ellas.

Al constar de varios apartados, dentro de los cuales hay numerosos subapartados o relaciones con otras partes, se ha creído conveniente añadir un dos botones para facilitar la navegación, ubicados en la parte inferior izquierda como muestra la Figura 21.

Some of the characteristics of the impulse response graph can be changed with the **Options command** in the upper right part of the window. This action allows the user to modify the options of the X / Y axis by choosing the minimum and maximum value represented and the number of labels on the screen. The user can also choose the grid options on an axis or both.

For more complex examples and discussion of the results, see section [Examples](#)



Figura 21. Ejemplo de botones Atrás e Inicio en cada sección de la web

Un botón con la función “*Atrás*”, que llevara al usuario a la página principal de la sección que se está consultando, y un botón “*Home*”, que redirige al usuario al menú principal.

También, se dispone de un menú en el margen izquierdo hipervinculado para facilitar el acceso a cualquier sección de la página desde cualquier otra.

3.2.2. Mediante comandos dentro de CINDOOR

Dado que la ayuda diseñada en HTML consta de un archivo por cada apartado, se propuso añadir dentro del propio programa la interacción con el menú directamente mediante un botón.

Esta opción se encuentra prácticamente dentro de todas las secciones del programa, donde, en la ventana correspondiente, aparecerá un descriptivo que pondrá “*Learn More*”, como el mostrado en la figura:



Figura 21. Botón de ayuda

Por tanto, el usuario deberá presionar el botón indicado y automáticamente se redirigirá a la parte en concreto que le puede servir de ayuda y pueda resolver las dudas de una forma rápida.

Este botón se ha introducido, dentro del programa, en once puntos críticos: En la pantalla principal, donde te redirigira al menú principal del manual, en la parte de selección del modelo, en la ventana principal de introducción de datos “*Input Data*”, en el menú donde se selecciona el tipo de antenas a utilizar y, por último, en las cinco ventanas de visualización de resultados.

Como se ha comentado, dentro del manual hay mucha mas información, pero se ha colocado este botón en estas partes concretas que cubre lo básico para cualquier simulación. Si se desea indagar más sobre opciones adicionales, basta con navegar dentro de la página hasta encontrar la información requerida.

En la Figura 22 se muestra la ventana que se abrirá en el navegador al pulsar sobre el botón introducido en el menú principal del programa:

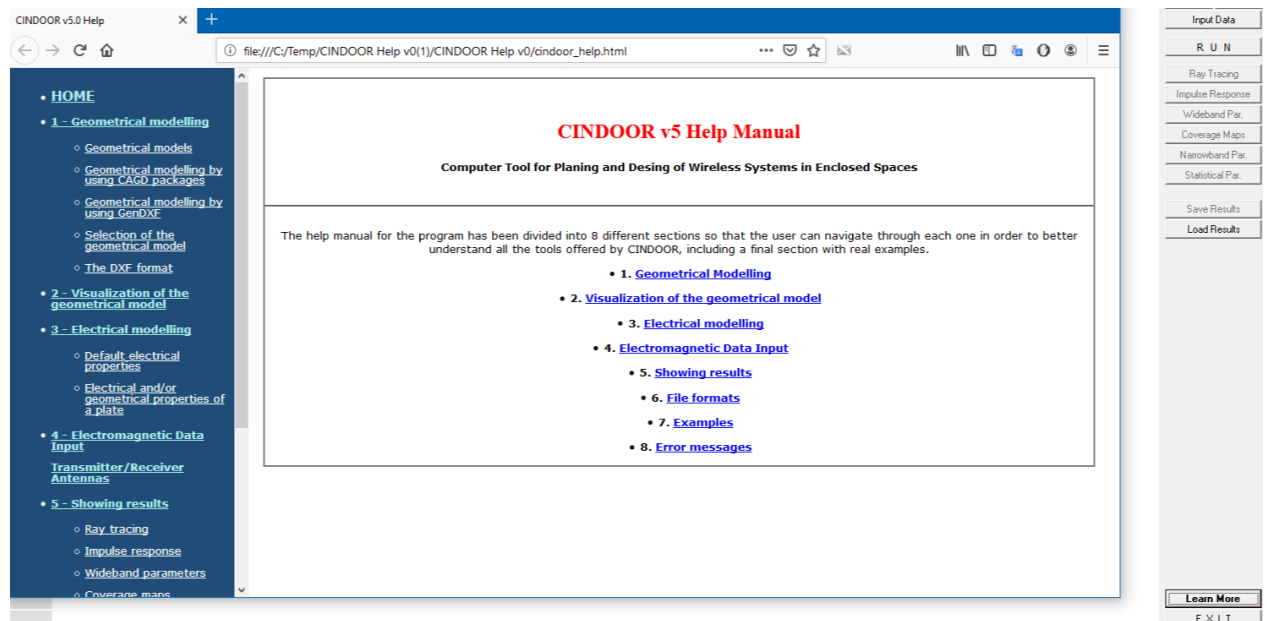


Figura 22. Ventana principal al solicitar ayuda dentro del programa

En la Figura 23, por ejemplo, cuando se busca ayuda mediante el botón introducido a la hora de seleccionar el tipo de rayos utilizados en el menú “Input Datos”.

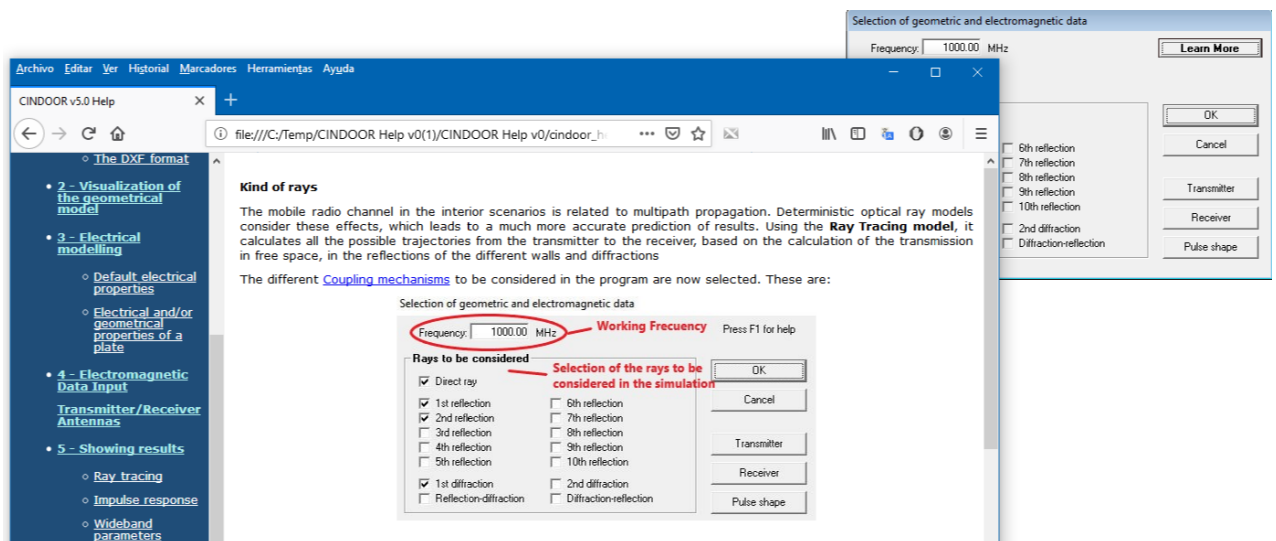


Figura 23. Ejemplo de ayuda dentro de una sección específica del programa.

CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Se consigue el objetivo propuesto para el diseño de la página web. Se ha utilizado un lenguaje sencillo para su creación, aunque se creyó conveniente añadir algún tipo de estilo mediante CSS. La estructura de la página generada consta de un menú principal y varias páginas en las que se detallan las características a las que se refiere cada elemento del menú.

Se han incluido numerosas figuras en las que se detallan cada uno de los parámetros que el usuario tiene que definir para realizar una simulación con CINDOOR de forma que un usuario no experto pueda interactuar con el programa de forma sencilla. También se han definido ejemplos sencillos, aunque bastante realistas, para facilitar el aprendizaje de estos usuarios no expertos. Estos ejemplos sirven también como comprobación de que el software está correctamente instalado y proporciona los resultados esperados.

Una vez creada la página web, esta se enlaza a las partes más críticas del programa mediante un botón de acceso para ofrecer al usuario la información más sensible a la tarea que está realizando en ese momento.

Se ha realizado un estudio minucioso del programa CINDOOR para poder ir documentando las diferentes opciones que se ofrecen al usuario detallando, tanto la parte teórica en la que se basa, como sencillos ejemplos de funcionamiento.

Dado que se ha creado un completo manual de usuario que recoge todas y cada una de las posibilidades de operación del programa, las líneas futuras se centrarán únicamente en el mantenimiento adecuado de la página web en caso de que sean añadidas nuevas funciones al programa. En la actualidad se está trabajando en modelos numéricos que permitan la utilización de antenas comerciales diferentes a los ya referidos dipolos de Hertz y de media onda. Cuando el proceso se dé por finalizado será muy sencillo incluirlo en la página web simplemente creando un nuevo apartado en la página de definición de las antenas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] María Jesús Lamarca Lapuente. *Hipertexto: El nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen*.
<http://www.hipertexto.info/documentos/html.htm>.
- [2] The world's largest web developer site.
<https://www.w3schools.com/html/default.asp>
- [3] [http://www.ub.edu/stat/docencia/bioinformatica/introbiocomputacio/HTML/ HTMLIntro.pdf](http://www.ub.edu/stat/docencia/bioinformatica/introbiocomputacio/HTML/HTMLIntro.pdf)
- [4] HTML: básico Anatomía de un elemento HTML.
[https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/HTML_basics#Anatom%C3%ADa de un elemento HTML](https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/HTML_basics#Anatom%C3%ADa_de_un_elemento_HTML).
- [5] Javier Eguiluz. *Introducción a CSS*. <https://uniwebsidad.com/libros/css>
- [6] Lenguaje CSS. <https://lenguajecss.com/p/css/>
- [7] Manual de HTML. <https://desarrolloweb.com/manuales/manual-html.html>.
- [8] Atributos globales.
<http://www.htmlquick.com/es/reference/attributes.html>
- [9] Morris, Bruce. *HTML 4.0 / E. Stephen Mack, Janan Platt. McGraw-Hill, D. L. 1997.*
- [10] XHTML2 Working Group Home Page. <https://www.w3.org/MarkUp/>
- [11] Jesús Ramón Pérez López. *Tema 2 :Propagación y canal en comunicaciones móviles. Apuntes de Comunicaciones Móviles*
- [12] Sergio Miguel Sancho Lucio. *Cap 2. Campo en condiciones de espacio libre. Antenas lineales. Apuntes de Sistemas de Difusión y Radioenlaces*
- [13] Jaume Anguera y Antonio Pérez. *Teoría de Antenas. Guía de estudio*.
[http://www.salleurl.edu/semipresencial/ebooks/ebooks/ebook teoria antenas.pdf](http://www.salleurl.edu/semipresencial/ebooks/ebooks/ebook_teoria_antenas.pdf).
- [14] Rafael P. Torres, Member, IEEE, Susana Loredo, Luis Valle, and Marta Domino. *An Accurate and Efficient Method Based on Ray-Tracing for the*

Prediction of Local Flat-Fading Statistics in Picocell Radio Channels. IEEE Journal on Selected Areas in Communications (Volume: 19, Issue: 2, Feb 2001) Pages: 170 – 178. Feb 2001. DOI: 10.1109/49.914495.

- [15] R. P. Torres, L. Valle, M. Domingo, S. Loredó, and M.C. Diez. *CINDOOR: An Engineering Tool for Planning and Design of Wireless Systems in Enclosed Spaces.* : IEEE Antennas and Propagation Magazine (Volume: 41, Issue: 4, Aug. 1999). Pages: 11 – 22. Aug. 1999. DOI: 10.1109/74.789733.
- [16] R.P. Torres, L. Valle and M. Domingo. . *CINDOOR: An Engineering Tool for Planning and Design of Wireless Systems in Enclosed Spaces. Version 2.1 User's Guide* Engineering Department of the University of Cantabria